

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 197 57 034 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 28 F 9/00**  
F 28 F 9/16  
F 28 D 1/00

②1 Aktenzeichen: 197 57 034.8  
②2 Anmeldetag: 20. 12. 97  
④3 Offenlegungstag: 24. 6. 99

⑦1 Anmelder:  
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Baumann, Andreas, Dipl.-Ing., 72760 Reutlingen, DE;  
Eitel, Jochen, Dipl.-Ing., 73266 Bissingen, DE;  
Griesinger, Manfred, Dipl.-Ing., 72525 Münsingen, DE;  
Hendrix, Daniel, Dipl.-Ing., 70469 Stuttgart, DE;  
Moderau, Klaus, Dipl.-Ing. (FH), 70499 Stuttgart, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 197 21 132 A1  
DE 41 30 517 A1  
DE 37 44 643 A1  
DE 93 09 822 U1  
EP 06 41 986 A1

JP Patents Abstracts of Japan:  
59-137796 A., M-343, Dec. 7, 1984, Vol. 8, No. 267;  
59-137795 A., M-343, Dec. 7, 1984, Vol. 8, No. 267;

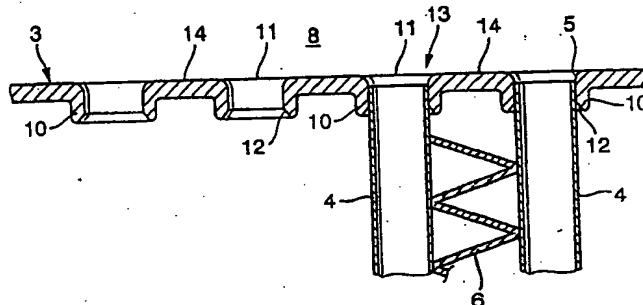
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Wärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler, mit zwei einander gegenüberliegend angeordneten Sammelkanälen, die jeweils eine Bodenplatte (3) aufweisen, wobei die Bodenplatten (3) parallel zueinander verlaufen und einander zugewandt zugeordnet sind, und mit nebeneinander parallel zueinander und senkrecht zu den Bodenplatten (3) angeordneten Flachrohren (4), die an den Bodenplatten (3) befestigt sind und durch in den Bodenplatten (3) vorgesehene Aussparungen (5) die Sammelkanäle kommunizierend verbinden.

Bei einem derartigen Wärmetauscher soll der bei der Durchströmung des Wärmetauschers stattfindende Druckverlust reduziert werden.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, daß wenigstens bei einem der Sammelkanäle die Flachrohre (4) mit diesem Sammelkanal jeweils über eine Mündung (13) kommunizieren, die jeweils ein dem Inneren (8) des Sammelkanals zugewandtes, durch eine Einfassung (14) definiertes Mündungsöffnungsende (11) aufweist, wobei zumindest einander zugewandte Bereiche von Einfassungen (14) benachbarter Mündungen (13) in einer die Mündungsöffnungsenden (11) enthaltenden Ebene aneinandergrenzen.



DE 197 57 034 A 1

DE 197 57 034 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmetauscher, insbesondere einen Ladeluftkühler, mit den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

Um eine Leistungssteigerung eines Verbrennungsmotors zu erzielen, kann die der Verbrennung zuzuführende Luft beispielsweise mit einem Turbolader verdichtet werden, bevor sie den Brennkammern des Verbrennungsmotors zugeführt wird. Die Verdichtung der Luft bringt jedoch gleichzeitig eine erhebliche Erwärmung derselben mit sich, die für einen optimalen Ablauf des Verbrennungsprozesses nachteilig ist; beispielsweise kann dadurch eine verfrühte Zündung oder eine erhöhte Stickoxidemission ausgelöst werden. Um die nachteiligen Folgen von der Verbrennung zugeführter überhitzter Luft zu vermeiden, wird einem Turbolader ein als Ladeluftkühler ausgebildeter Wärmetauscher der eingangs genannten Art nachgeschaltet, mit dem die komprimierte Luft vor ihrer Verbrennung auf eine zulässige Temperatur abgekühlt werden kann.

Bei einem Wärmetauscher der eingangs genannten Art wird die heiße Luft in einen ersten Sammelkanal des Wärmetauschers eingeleitet, wo sie sich verteilt und in Flachrohre einströmt, die in den Sammelkanal einmünden. Als "Flachrohre" werden im vorliegenden Fall Rohre bezeichnet, die einen rechteckigen Querschnitt aufweisen, bei dem das Verhältnis der langen Seiten zu den kurzen Seiten relativ groß ist. Die Flachrohre sind nebeneinander, und mit den die langen Seiten ihres Querschnittes enthaltenden Seitenflächen parallel zueinander angeordnet und bilden einen Strömungsweg aus, durch den kühlende Luft durchgeleitet wird. Im Strömungsweg sind zwischen den Flachrohren Kühlrippen angeordnet, die einen effektiven Wärmeaustausch zwischen den Flachrohren und dem kühlenden Luftstrom bewirken. In den Flachrohren sind in der Regel sogenannte Turbulatoren angeordnet, die eine turbulente Strömung in den Flachrohren erzwingen, was für einen wirkungsvollen Wärmeaustausch zwischen der zu kühlenden Luft und den Flachrohren vorteilhaft ist. Nach dem Durchqueren des kühlenden Luftstromes münden die Flachrohre in einem zweiten Sammelkanal, der die darin einströmende gekühlte, komprimierte Ladeluft der Verbrennung im Motor zuführt.

Die Durchströmung eines derartigen Luft/Luft-Wärmetauschers ist mit einem erheblichen Druckverlust verbunden, wobei ein großer Teil dieses Druckverlustes für die Durchströmung der mit den Turbulatoren versehenen Flachrohre notwendig ist, um einen möglichst effizienten Wärmeaustausch zu erhalten. Der Druckabfall am Ladeluftkühler, der zur Erzielung einer gewünschten Leistungssteigerung des Verbrennungsmotors durch einen erhöhten Ladeluftdruck gerade noch tolerierbar ist, korreliert mit der im Ladeluftkühler erzielbaren Abkühlung der Ladeluft. Das bedeutet: Je größer der für den Ladeluftkühler zur Verfügung stehende, noch zulässige Druckabfall ist, desto größer ist auch die durch einen Ladeluftkühler erzielbare Abkühlung der Ladeluft. Eine Verbesserung der Ladeluftkühlung wird dabei beispielsweise durch längere Flachrohre erzielt, was wiederum eine entsprechende Erhöhung des Strömungswiderstandes und somit des über dem Ladeluftkühler stattfindenden Druckverlustes nach sich zieht.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, bei einem Wärmetauscher der eingangs genannten Art den bei der Durchströmung des Wärmetauschers auftretenden Druckverlust zu reduzieren.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch einen Wärmetauscher mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Strömungsverluste im Übergangsbereich zwischen den

Flachrohren und den Sammelrohren zu reduzieren, in dem diese Übergangsbereiche hinsichtlich günstiger Strömungsumlenkungsbedingungen ausgestaltet werden. Ein in diesem Bereich des Wärmetauschers reduzierter Druckverlust kann beispielsweise im Bereich der Flachrohre für eine verbesserte Kühlung verwendet werden. Die hierzu vorgeschlagene Lösung schafft im jeweiligen Sammelkanal einen Übergangsbereich zwischen dem Sammelkanal und den Flachrohren, der eine im wesentlichen ebene, dem Inneren des Sammelkanals zugewandte Oberfläche ohne Störkonturen aufweist, in welcher die Mündungen bzw. die Mündungsbereiche der Flachrohre integriert sind. Gleichzeitig wird durch die verbesserten Strömungsbedingungen die Strömungsgeschwindigkeit im jeweiligen Sammelkanal reduziert, was eine zusätzliche Abnahme der Druckverluste zur Folge hat.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers können die Mündungen jeweils durch einen vom Inneren des Sammelkanals weggerichteten, die jeweilige Aussparung der Bodenplatte einfassenden Kragen gebildet sein, wobei das jeweilige Flachrohr in den Kragen einsteckbar oder auf dem Kragen aufsteckbar ist. Mit Hilfe dieses Vorschlages wird der Bereich, in dem die Flachrohre am Bodenblech des Sammelkanals befestigt werden, außerhalb des Sammelkanals angeordnet und kann folglich im durchströmten Innenraum des Sammelkanals keine Störkontur für die Strömung bilden.

Entsprechend einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers können die Einfassungen der Mündungsöffnungen die Bodenplatte des Sammelkanals bilden. Diese Maßnahme bewirkt, daß keine zusätzlichen Bauteile im Wärmetauscher angeordnet werden müssen, so daß sich die gewünschten, vorteilhaften Strömungsverhältnisse ohne zusätzlichen Mehraufwand erzielen lassen.

Besonders vorteilhafte Strömungsverhältnisse mit geringen Druckverlusten ergeben sich, wenn der Kragen einen sich in Richtung zum Sammelkanal hin vergrößernden Öffnungsquerschnitt aufweist. Beispielsweise ist dabei der Mündungsbereich vom Mündungsöffnungsende bis zum dazugehörigen Flachrohrende in einem Schnitt in Längsrichtung des Sammelkanals trichterförmig oder glockenförmig ausgebildet, wobei ein kontinuierlicher, abgerundeter Übergang ohne Kanten besonders bevorzugt ist.

Um den Zusammenbau des Wärmetauschers zu vereinfachen, kann jeder Kragen an seinem im Flachrohr zugewandten Ende mit einer Fase versehen sein, die das Anbringen des Flachrohres am jeweiligen Kragen erleichtert.

Entsprechend einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers können die Mündungen der Flachrohre im Sammelkanal jeweils durch einen durch die Aussparung in der Bodenplatte durchgesteckten Endbereich des Flachrohres gebildet sein, der derart aufgeweitet ist, daß zumindest die einander zugewandten Bereiche benachbarter Aufweitungen aneinandergrenzen und dort die Einfassung des Mündungsöffnungsendes bilden. Dieser Vorschlag ermöglicht die Verwendung herkömmlicher Sammelkanäle mit üblicher Bodenplatte, wobei lediglich längere Flachrohre verwendet werden, die durch die Ausnehmungen der Bodenplatte in das Innere des Sammelkanals hineinragend an der Bodenplatte angebracht werden. Durch die sich daran anschließende Aufweitung der in das Innere des Sammelkanals hineinragenden Enden der Flachrohre kann eine parallel zur Bodenplatte verlaufende Oberfläche ausgebildet werden, die zumindest im Bereich der aneinandergrenzenden Aufweitung im wesentlichen keine Störkonturen aufweist.

Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Un-

teransprüchen, den Zeichnungen und aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnungen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

**Fig. 1** einen Längsschnitt durch einen Wärmetauscher nach der Erfindung,

**Fig. 2** eine Detailansicht im Längsschnitt auf den Übergangsbereich zwischen einem Sammelkanal und den Flachrohren bei einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher,

**Fig. 3** eine Detailansicht wie in **Fig. 2**, jedoch bei einer Ausführungsform mit besonders vorteilhaft ausgestaltetem Übergangsbereich, und

**Fig. 4** eine Detailansicht im Längsschnitt auf den Übergangsbereich zwischen Sammelkanal und Flachrohren bei einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmetauschers.

Entsprechend **Fig. 1** weist ein Wärmetauscher 1 nach der Erfindung zwei sich gegenüberliegende Sammelkanäle 2 auf. Jeder der Sammelkanäle 2 ist an einer Seite mit einer im wesentlichen ebenen Bodenplatte 3 versehen. Dabei sind die Sammelkanäle 2 so am Wärmetauscher 1 angeordnet, daß ihre Bodenplatten 3 einander zugewandt sind und parallel zueinander verlaufen. Zwischen den Sammelkanälen 2 bzw. zwischen deren Bodenplatten 3 sind senkrecht zu den Bodenplatten 3, nebeneinander liegende, parallel zueinander verlaufende Flachrohre 4 angeordnet, deren Enden die Bodenplatten 3 in dafür vorgesehenen Aussparungen 5 durchdringen und dadurch die Sammelkanäle 2 miteinander kommunizierend verbinden. Zwischen benachbarten Flachrohren 4 sind Kühlrippen 6 angebracht, die im Ausführungsbeispiel zick-zack-förmig ausgebildet sind. Die Flachrohre 4 sind dabei auf herkömmliche Weise z. B. durch Verlöten an den Sammelkanälen 2 bzw. deren Bodenplatten 3 befestigt.

Wenn der Wärmetauscher 1 als Luft/Luft-Wärmetauscher ausgebildet ist, tritt zu kühlende Luft durch eine beispielsweise entsprechend **Fig. 1** im oberen Sammelkanal 2 vorgesehene Einlaßöffnung 7 in einen Innenraum 8 des oberen Sammelkanals 2 ein. Die heiße Luft verteilt sich im Innenraum 8 und tritt in die Flachrohre 4 ein, durchströmt diese, wobei die Kühlung stattfindet, und tritt an deren anderen Enden wiederum in einen Innenraum 8 des anderen, unteren Sammelkanals 2 ein. Der untere Sammelkanal 2 enthält eine Auslaßöffnung 9, durch die die inzwischen gekühlte Luft dem entsprechenden Verbraucher, z. B. den Verbrennungsräumen des Motors, zugeleitet wird.

Die Abkühlung der Luft im Bereich der Flachrohre 4 erfolgt auf übliche Weise. Dabei werden die Flachrohre 4 mit den dazwischen angeordneten Kühlrippen 6 einer kühlenden Luftströmung ausgesetzt. Die in der die Flachrohre 4 durchströmenden Luft enthaltene Wärmeenergie wird auf die Flachrohre 4 und von diesen auf die Kühlrippen 6 und von diesen schließlich auf den kühlenden Luftstrom übertragen. Um den Wärmeaustausch zwischen der zu kühlenden Luft und den Flachrohren 4 zu verbessern, sind in den Flachrohren sogenannte "Turbulatoren" angeordnet, um eine für einen Wärmeaustausch vorteilhafte turbulente Durchströmung zu erzielen. Eine derartige turbulente Strömung hat jedoch einen relativ hohen Druckabfall zur Folge. Da, insbesondere bei einem als Ladeluftkühler verwendeten Wärmetauscher 1, der Druck in der durch die Auslaßöffnung 9 abgeführten Luft einen möglichst hohen Wert aufweisen soll, um eine gewünschte Leistungssteigerung am Motor erzielen zu können, ist bei der Durchströmung des Wärmetauschers 1 nur ein bestimmter Druckabfall zulässig. Dadurch ist beispielsweise die Länge der Flachrohre 4 und somit die im Wärmetauscher 1 erzielbare Abkühlung der diesen durchströmenden Luft begrenzt.

Weitere Strömungsverluste und folglich Druckverluste

treten in den Übergangsbereichen zwischen den Sammelkanälen 2 und den Flachrohren 4 auf, wobei jedoch die Verluste beim Einströmen in die Flachrohre 4 erheblich größer sind als die Verluste beim Austritt aus den Flachrohren 4. Die Strömungsverluste in den genannten Übergangsbereichen – sogenannte Einlaufverluste – entstehen im wesentlichen im Zusammenhang mit der dort stattfindenden Umlenkung der im wesentlichen in Längsrichtung der Sammelkanäle 2 verlaufenden Strömung in die quer dazu verlaufenden Flachrohre 4.

In der Ansicht entsprechend **Fig. 2** ist nur ein kleiner Bereich der Bodenplatte 3 dargestellt, wobei nur zwei Flachrohre 4 mit dazwischen angeordneten Kühlrippen 6 wiedergegeben sind.

Um die Strömungsverluste in diesen Umlenkungs- und Übergangsbereichen zwischen Sammelkanal 2 und Flachrohren 4 zu reduzieren, ist entsprechend **Fig. 2** die dem Innenraum 8 des Sammelkanals 2 zugewandte Oberfläche der Bodenplatte 3 derart ausgebildet, daß sie nahezu keine Störkonturen aufweist. Um einen möglichst "sanften" Übergangsbereich zwischen dem Innenraum 8 des Sammelkanals 2 und den Flachrohren 4 zu erzeugen, sind die in Form von Ausstülpungen ausgebildeten Aussparungen 5 der Bodenplatte 3 auf der dem Innenraum 8 abgewandten Außenseite mit die Aussparungen 5 umfassenden Kragen 10 versehen. In diese Kragen 10 sind die Flachrohre 4 eingesteckt, wobei die Flachrohre 4 nicht bis in den Innenraum 8 hineinragen, sondern jeweils vorher, noch im Kragen 10 bzw. in der Aussparung 5 enden.

Um das Einbringen der Flachrohre 4 in die Kragen 10 bzw. in die Aussparungen 5 zu erleichtern, sind die Kragen an ihrem, dem jeweiligen Flachrohr 4 zugewandten freien Ende mit einer entsprechenden Fase 12 versehen.

Die entsprechend **Fig. 2** ausgebildeten Übergangsbereiche zwischen den Flachrohren 4 und dem Sammelkanal 2 bilden jeweils Mündungsbereiche bzw. Mündungen 13, deren dem Innenraum 8 zugewandtes Mündungsöffnungsende 11 jeweils durch eine Einfassung 14 eingefasst ist. Dabei grenzen die Einfassungen 14 benachbarter Mündungen 13 in der Ebene aneinander, in der sich auch die Mündungsöffnungsenden 11 befinden, um eine dem Innenraum 8 zugewandte Oberfläche auszubilden, die keine Störkonturen aufweist.

Außerdem ist der Kragen 10 bzw. die davon eingefasste Aussparung 5 in dem an das Ende des darin eingebrachten Flachrohres 4 angrenzenden Bereich mit einem sich in Richtung zum Innenraum 8 hin erweiternden Querschnitt versehen.

Diese Querschnittserweiterung kann dabei entsprechend einer bevorzugten, in **Fig. 3** dargestellten Ausgestaltung erheblich stärker als im in **Fig. 2** gezeigten Beispiel ausgeprägt und vorzugsweise so ausgebildet sein, daß der in Längsrichtung des Flachrohres 4 verlaufende Wandungsbereich kontinuierlich, ohne Kante, insbesondere glocken- oder trichterförmig, mit einer sanften Abrundung in die quer dazu verlaufende Bodenplatte 3 übergeht. Dadurch kann eine besonders widerstandsarme Umlenkung der Strömung erreicht werden.

In den Ausführungsbeispielen entsprechend den **Fig. 2** und 3, bilden die aneinander angrenzenden Einfassungen 14 die Bodenplatte 3 des Sammelkanals 2, wodurch diese Varianten besonders einfach realisierbar sind.

Bei einer anderen Ausführungsform entsprechend **Fig. 4** sind die Flachrohre 4 durch die Aussparungen 5 der Bodenplatte 3 in den Sammelkanal 2 eingeführt, bis sie in dessen Innenraum 8 hineinragen. Im Anschluß daran werden die freien Enden der Flachrohre 4 trichterartig oder glockenförmig aufgeweitet, bis sie sich zumindest an einander zuge-

wandten Bereichen berühren wo sie, z. B. durch Verlöten, aneinander befestigt werden können. Auch bei dieser Ausführungsform werden die dem Innenraum 8 zugewandten Mündungsöffnungsenden 11 jeweils von einer Einfassung 14 eingefasst. Diese Einfassungen 14 werden dabei durch die aufgeweiteten freien Ende der Flachrohre 4 gebildet. Durch die vorgeschlagene Ausführungsform, bei der die Einfassungen 14 wiederum in der die Mündungsöffnungsenden 11 enthaltenden Ebene aneinandergrenzen, wird ebenfalls eine dem Innenraum 8 des Sammelkanals 2 zugewandte Oberfläche ausgebildet, die zumindest in diesen Bereichen keine Störkonturen aufweist.

## Patentansprüche

1. Wärmetauscher, insbesondere Ladeluftkühler, mit zwei einander gegenüberliegend angeordneten Sammelkanälen, die jeweils eine Bodenplatte aufweisen, wobei die Bodenplatten parallel zueinander verlaufen und einander zugewandt angeordnet sind, und mit nebeneinander, parallel zueinander und senkrecht zu den Bodenplatten angeordneten Flachrohren, die an den Bodenplatten befestigt sind und durch in den Bodenplatten vorgesehene Aussparungen die Sammelkanäle kommunizierend verbinden, **dadurch gekennzeichnet**, daß wenigstens bei einem der Sammelkanäle (2) die Flachrohre (4) mit diesem Sammelkanal (2) jeweils über eine Mündung (13) kommunizieren, die jeweils ein dem Inneren (8) des Sammelkanals (2) zugewandtes, durch eine Einfassung (14) definiertes Mündungsöffnungsende (11) aufweist, wobei zumindest einander zugewandte Bereiche von Einfassungen (14) benachbarter Mündungen (13) in einer die Mündungsöffnungsenden (11) enthaltenden Ebene aneinandergrenzen.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Mündungen (13) einen sich in Richtung zum Inneren (8) des Sammelkanals (2) vergrößernden Öffnungsquerschnitt aufweisen.
3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein den sich vergrößernden Öffnungsquerschnitt aufweisender Mündungsbereich abgerundet und kontinuierlich, insbesondere trichter- oder glockenförmig, in das Mündungsöffnungsende (11) übergeht.
4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einfassungen (14) der Mündungsöffnungsenden (11) die Bodenplatte (3) des Sammelkanals (2) bilden.
5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Mündungen (13) jeweils einen vom Inneren (8) des Sammelkanals (2) weggerichteten, die jeweilige Aussparung (5) der Bodenplatte (3) einfassenden Kragen (10) enthält, wobei das jeweilige Flachrohr (4) in den Kragen (10) einsteckbar oder auf den Kragen (10) aufsteckbar ist.
6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich ein in den Kragen (10) eingestecktes Flachrohr (4) maximal bis zur Einfassung (14) des Mündungsöffnungsendes (11) erstreckt.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Kragen (10) an seinem dem Flachrohr (4) zugewandten Ende mit einer Fase (12) versehen ist.
8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Flachrohr (4) durch Verlöten am Kragen (10) befestigt ist.
9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet, daß die Mündungen (13) jeweils durch einen durch die Aussparung (5) in der Bodenplatte (3) durchgesteckten Endbereich des Flachrohres (4) gebildet sind, der aufgeweitet ist, derart, daß zumindest die einander zugewandten Bereiche benachbarter Aufweitungen aneinandergrenzen und dort die Einfassung (14) des Mündungsöffnungsendes (11) bilden.

10. Wärmetauscher nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die aneinander angrenzenden Aufweitungen (14), insbesondere durch Verlöten miteinander verbunden sind.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 2

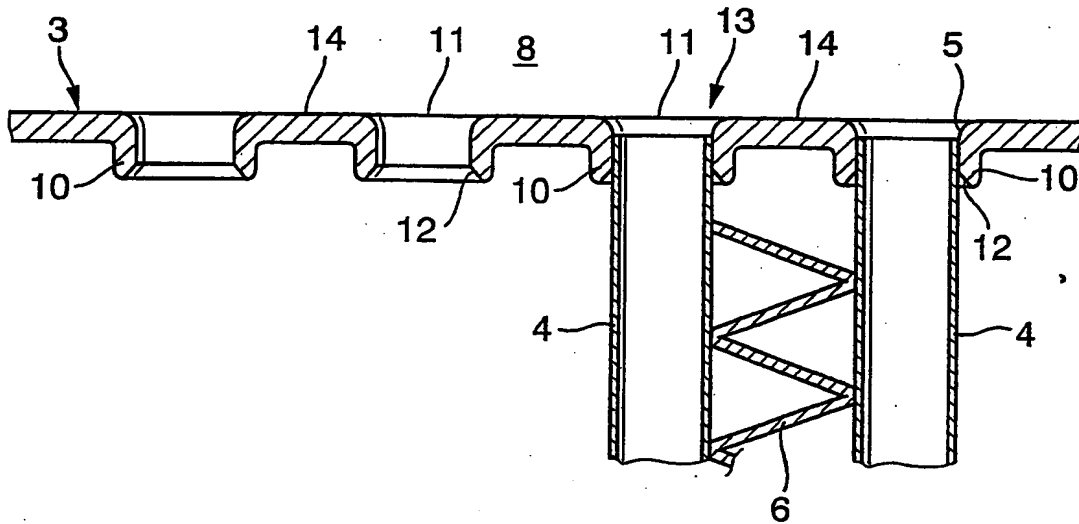
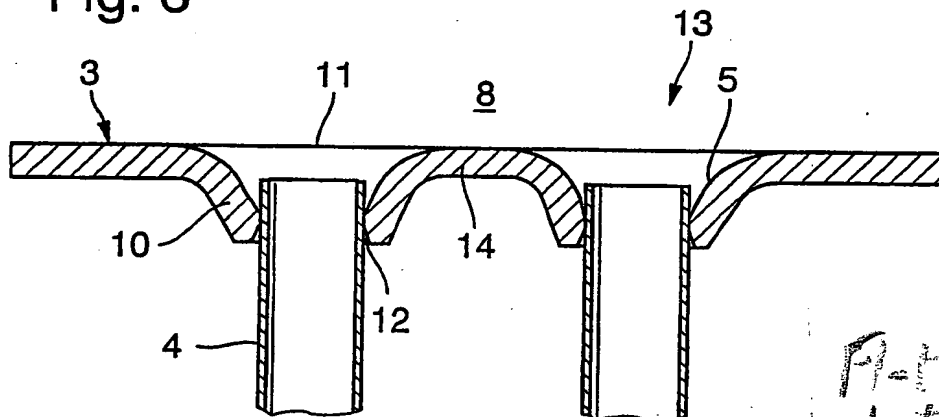


Fig. 3



Flat tiles  
but not c-4

Fig. 4

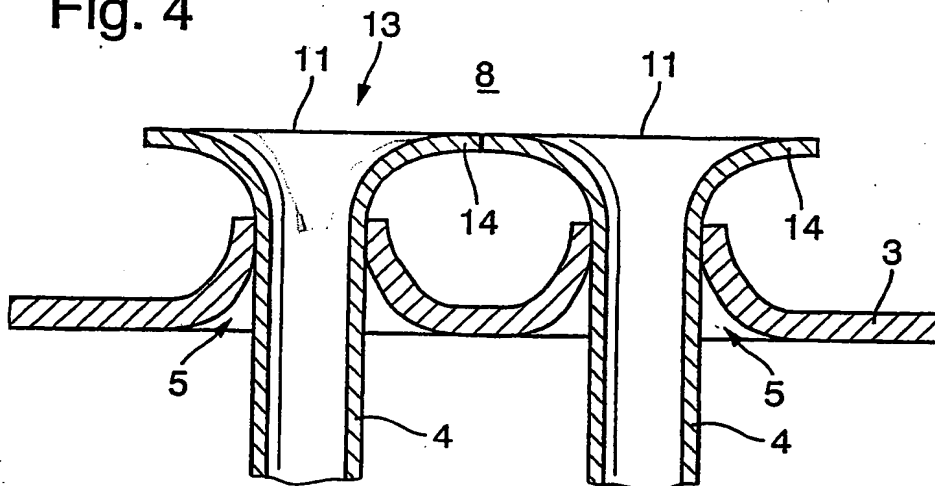


Fig. 1

